

Énergie et population mondiales

Tendances jusqu'à 2100

Paul Chefurka, octobre 2007

Texte original: <http://www.paulchefurka.ca/WEAP/WEAP.html>

Aperçu

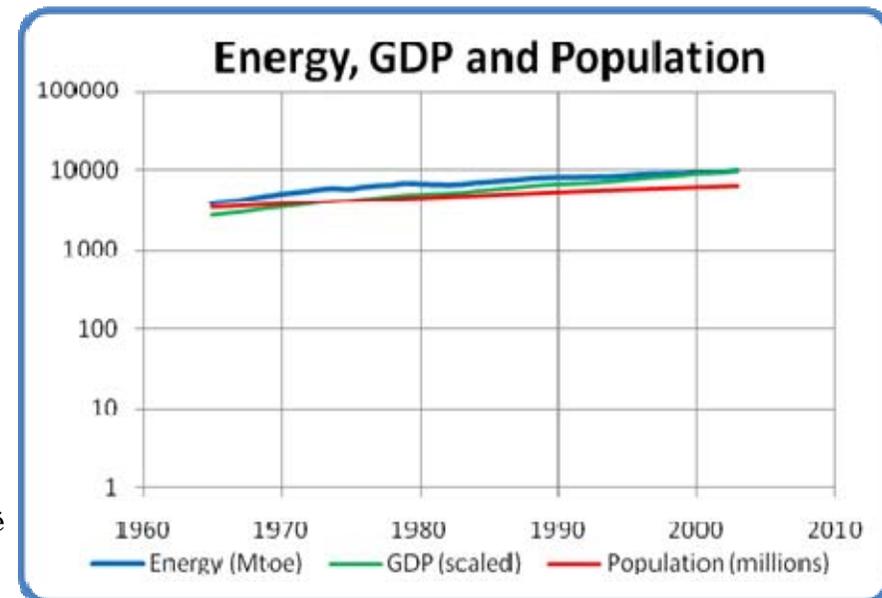
Dans le passé, l'accroissement de la population humaine a été soutenu par une augmentation continue de la consommation d'énergie. Notre civilisation a besoin d'une très grande quantité d'énergie de différentes sortes. Si la disponibilité de cette énergie venait à diminuer considérablement, cela pourrait avoir des graves répercussions pour la civilisation et la population. Cet article montre des modèles de production pour les différentes sources d'énergie, et leur évolution probable jusqu'à 2100. Ces perspectives, réunies, sont ensuite traduites en un modèle de population, basé sur une estimation de la consommation d'énergie moyenne, qui varie au cours du siècle. Finalement l'impact des dommages écologiques est ajouté au modèle pour parvenir à une estimation finale de la population.

Ce modèle, connu comme le modèle WEAP (World Energy And Population / Énergie et Population Mondiales), suggère que la population mondiale diminue fortement au cours du siècle.

Introduction

Durant l'industrialisation le niveau de la population mondiale a été étroitement lié à l'énergie que nous avons consommée. Sur les 40 dernières années la consommation a été en moyenne 1,5 **Tonnes Equivalent de Pétrole** (TEP) par personne par an, partant d'une moyenne de 1,2 TEP par personne par an en 1966, jusqu'à 1,7 TEP par personne par an en 2006. Pendant que la consommation mondiale de l'énergie triplait, la population doublait.

Graphique 1 montre la corrélation étroite entre la [consommation mondiale de l'énergie](#), le [Produit Intérieur Brut mondial \(GDP\)](#) et la [population mondiale](#) et implique, que c'est un accroissement global de l'approvisionnement en pétrole, qui a soutenu la croissance de la population.



Graphique 1: Énergie mondiale, Produit Intérieur Brut Mondial (GDP) et population de 1965 à 2003

Méthodologie

L'analyse dans cet article est supportée par un modèle de tendances de la production d'énergie. Ce modèle est basé sur les données historiques de production réalisée, couplées à des perspectives qui sont déduites de la pensée de différents analystes d'énergie, de même que de mon interprétation personnelle des évolutions futures.

La composition actuelle de l'énergie mondiale consiste en pétrole (36%), gaz naturel (24%), charbon (28%), énergie nucléaire (6%), énergie hydraulique (6%) et énergies renouvelables, comme le vent et l'énergie solaire (1%). Les données historiques, à l'exception des énergies renouvelables, ont été prises de la [BP Statistical Review of World Energy 2007](#). Pour des comparaisons entre les différentes formes d'énergie, j'utilise une mesure standard, appelée Tonne Equivalent de Pétrole (TEP). Bien que cette approche néglige les différences en utilité (comme entre l'énergie hydraulique et le pétrole), cette mesure forme un standard accepté pour des comparaisons générales.

Nous verrons d'abord chaque source d'énergie séparément. Je décrirai le plus précisément possible les facteurs et variables que j'ai pris en considération pour chaque scénario. De cette façon, vous pouvez juger vous-même, si mes suppositions semblent acceptables. Ensuite nous rassemblerons ces scénarios en une perspective d'ensemble de l'énergie mondiale.

Quand nous aurons composé cette perspective, nous verrons l'effet sur la population mondiale. Ensuite nous compléterons ce modèle avec les conséquences des dommages

écologiques pour arriver à une estimation finale de la population mondiale au cours du siècle.

Note

Le modèle WEAP a été construit sur une simple page d'Excel. La détermination des dates des événements liés à l'énergie, de même que les taux d'augmentation et de diminution de l'approvisionnement en énergie, ont été choisis après une étude méticuleuse des documentations disponibles. Dans un nombre de cas de différents auteurs avaient des opinions différentes. Dans ces cas j'ai fait confiance à mon propre analyse et jugement. Des modèles reflètent toujours l'opinion de leurs auteurs, et il vaut mieux être clair sur ce fait dès le départ. Néanmoins j'ai toujours tenté d'être le plus objectif que possible et de ne pas me laisser guider par mes propres désirs.

Le modèle WEAP présente une expectation globale des effets sur la population mondiale de la consommation d'énergie et des facteurs écologiques. Il ne traite pas directement des différences régionales ou nationales. Le modèle WEAP a pour but de construire un cadre conceptuel large, dans lequel ces différences régionales pourront être comprises.

L'analyse a pour but exclusif de présenter le scénario "le plus probable", basé purement sur la situation telle qu'elle est actuellement et se développera vraisemblablement à l'avenir. Vous ne trouverez pas de suggestions sur ce que nous devrions faire, ni des propositions qui impliquent que nous pourrions changer le comportement humain et des institutions à court terme. Vous ne trouverez pas non plus de discussion sur, par exemple, la fusion nucléaire ou l'hydrogène.

La page Excel avec les données qui ont été utilisées pour le modèle WEAP, est disponible [ici](#)

Modèles par source d'énergie

Pétrole

L'approvisionnement en pétrole n'est pas sans fin, n'est pas renouvelable et dépend des effets d'une production diminuante dans un proche avenir. Cette situation est populairement connue sous le nom de Peak Oil. Le concept-clef de Peak Oil, c'est qu'après qu'un peu plus de la moitié du pétrole a été pompé, le rendement atteint un sommet et diminue ensuite de façon irréversible.

Ceci vaut pour des champs individuels, mais également pour des pays entiers; cependant, pour des raisons différentes. Dans les champs individuels le phénomène est causé par des facteurs géologiques, inhérents aux structures des réservoirs. Au niveau national cela est causé par des facteurs logistiques. Quand on commence à exploiter le pétrole dans une région, on trouve et exploite les champs les plus grands et les plus accessibles en premier. Quand la production diminue et on essaie de compenser cette diminution, les champs disponibles sont souvent plus petits avec une capacité de production moindre.

Les champs de pétrole sont divisés en un tout petit nombre de champs énormes et un grand nombre de petits champs. Cette division est illustrée par le fait que 60 % de la production mondiale vient de seulement **1 % des champs actifs**. Quand un des très

grands champs commence à être épuisé, il se peut qu'il faille exploiter des centaines de champs plus petits pour compenser la diminution de la production.

La théorie derrière Peak Oil est largement disponible sur l'Internet et quelques références de base sont données [ici](#), [ici](#) et [ici](#).

Détermination du moment

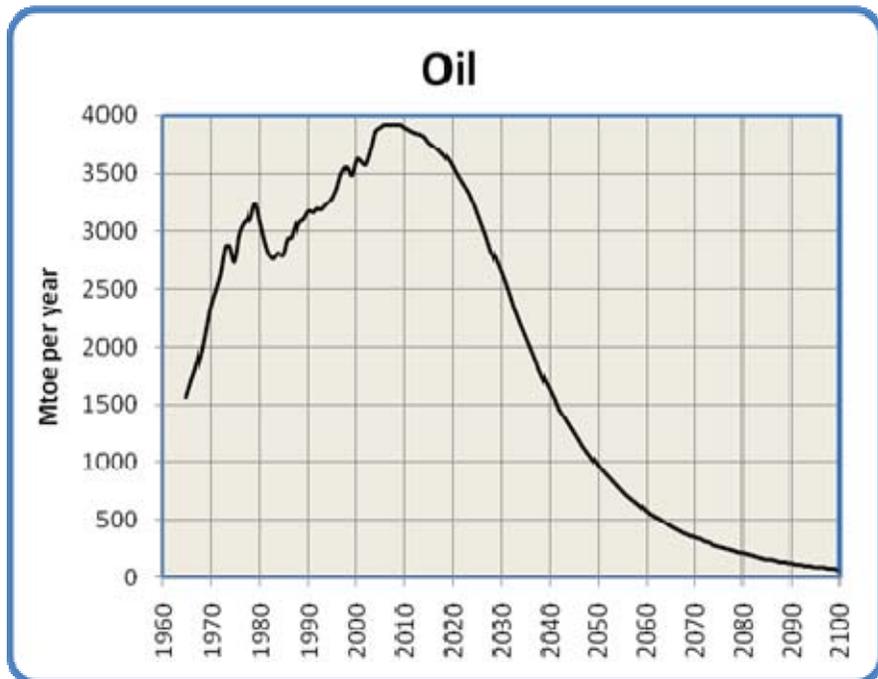
Il y a beaucoup de discussion sur la question à quel moment nous devons nous attendre au sommet de la production de pétrole au niveau mondial, et à quelle vitesse la production diminuera. Bien qu'il n'y ait pas d'accord sur la vitesse de décroissance, le moment du sommet est moins controversé. Récemment un nombre de gens bien informés ont indiqué, que ce sommet est atteint. Parmi ce groupe de gens braves nous trouvons l'investisseur milliardaire [T. Boone Pickens](#), le banquier investissant en énergie [Matthew Simmons](#) (auteur du livre "Twilight in the Desert" sur l'état des réserves de pétrole de l'Arabie Saoudite), le géologue retraité [Ken Deffeyes](#) (un collègue du spécialiste de Peak Oil légendaire M. King Hubbert) et [Dr. Samsam Bakhtiari](#) (un ex-scientifique senior de la National Iranian Oil Company).

Ma thèse correspond à celle des personnes mentionnées et dit que le sommet de la production est atteint au moment où j'écris ceci (automne 2007). C'est confirmé par le dessin de la production et des prix de ces trois dernières années. J'ai découvert, que la production de pétrole brut a **piqué en mai 2005** et n'a pas montré de croissance, malgré un doublement du prix et une croissance dramatique des activités d'exploration.

Vitesse de décroissance

La vitesse de décroissance après le sommet, c'est une autre question. Les meilleurs guides que nous avons sont les résultats des champs et pays de pétrole, dont nous savons que leur production diminue. Hélas! Le rythme est partout différent. Aux États-Unis, par exemple, la production diminue **depuis 1971** et a perdu jusqu'ici deux-tiers de sa capacité avec un rythme de décroissance d'environ 3 % par an. De l'autre côté le bassin de la Mer du Nord connaît un taux de décroissance d'**environ 10%**, et la capacité du champ géant Cantarell au Mexique diminue de près de **20% par an**.

Pour créer un modèle réaliste de la diminution au niveau mondial, j'ai choisi de suivre l'approche utilisée par Dr Bakhtiari dans son modèle **WOCAP**. Il suppose une décroissance de plus en plus rapide de la production. Jusqu'ici WOCAP s'est avéré relativement juste et j'ai opté pour une variation de celui-ci. La différence la plus importante est que mon modèle est un peu moins agressif. Là où WOCAP prédit que la production diminuera de 4000 millions de Tonnes de Pétrole par an à 2750 MTP en 2020, mon modèle n'atteint ce point qu'en 2030. Mon modèle part d'une diminution de production de 1 % par an en 2015, jusqu'à atteindre une diminution constante de 5 % par an à compter de 2040. Même ce modèle relativement conservateur donne des résultats étonnants au cours du siècle, comme on peut voir sur le graphique 2.



Graphique 2: Production mondiale de pétrole, 1965 - 2100

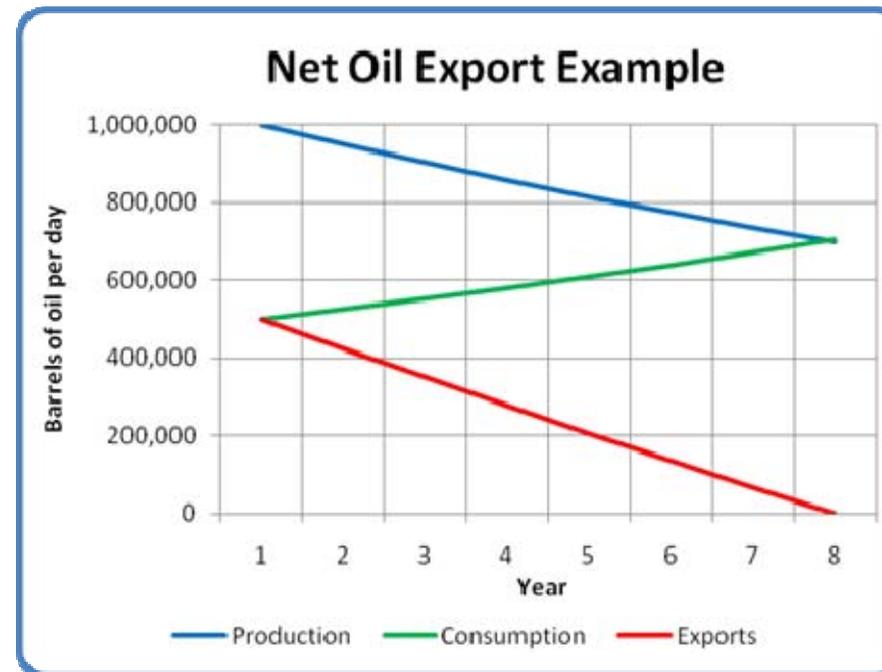
Le problème de l'exportation nette de pétrole

Le graphique 2 montre la production totale au monde. Cependant, le monde n'est pas une place uniforme de production et de consommation. Il y a des pays qui sont net-exportateurs de pétrole, tandis que d'autres sont net-importateurs, achetant du pétrole sur les marchés internationaux.

Dans la plupart des pays la demande de pétrole augmente constamment. Dans les pays producteurs de pétrole les prix augmentants ont stimulé la croissance économique. Cela a pour conséquence, que dans ces pays producteurs la demande de pétrole intérieure augmente. Quand la production et la demande intérieure dans un pays producteur augmentent simultanément, cela ne pose généralement pas de problème. Mais quand la production du pays a atteint son sommet et diminue, il se passe quelque chose de sinistre: la quantité disponible pour l'exportation diminue plus vite que la production. Ceci est le problème de l'exportation nette de pétrole.

Un exemple. Supposons qu'un pays exportateur produit un million de barils par jour et ses habitants en consomment 500.000 par jour. Il reste 500.000 pour l'exportation. Supposons que la production de pétrole diminue avec 5 % par an. Au bout d'un an la production a diminué jusqu'à 950.000 barils par jour. Quand simultanément l'économie intérieure croît et la demande intérieure augmente de 5 %, la

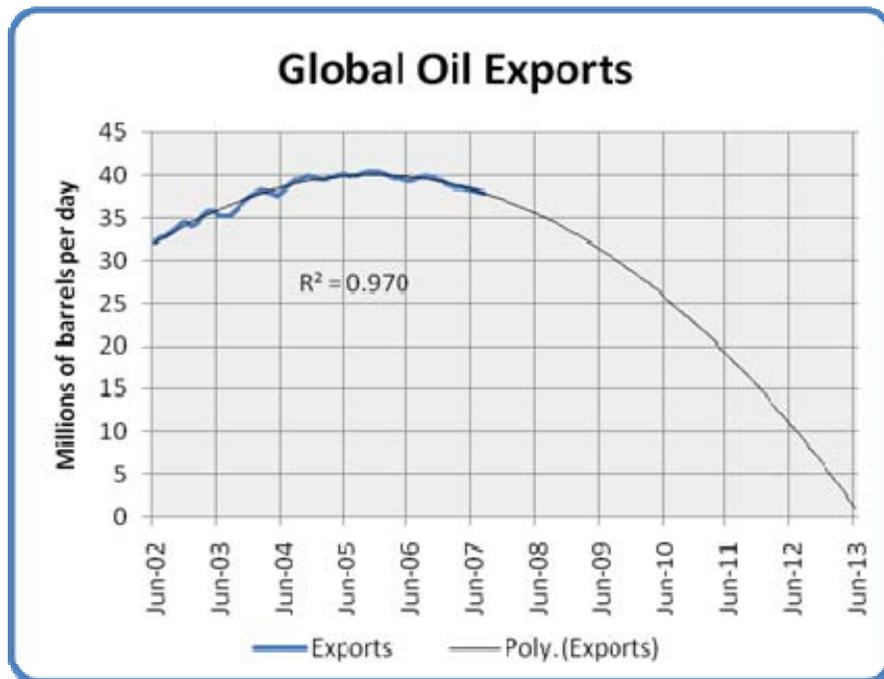
consommation intérieure atteindra 525.000 de barils par jour. Alors il ne reste plus que 425.000 barils par jour pour l'exportation, soit une diminution de 15 %. Le graphique ci-dessous montre les effets cumulés sur quelques années.



Graphique 3: Exemple du problème de l'exportation nette de pétrole.

Après 8 années, et bien que le pays produise encore 700.000 barils par jour, l'exportation est réduite à 0. Une pareille évolution a déjà eu lieu en Indonésie, au Royaume Uni et aux États-Unis. Ces pays étaient de grands exportateurs de pétrole et sont des importateurs aujourd'hui.

Cet effet est déjà visible sur le marché mondial. Graphique 4 montre la **nette-exportation mondiale totale** sur les 5 dernières années. La ligne superposée montre la tendance: une diminution rapide de l'exportation mondiale totale.



Graphique 4: Nette exportation de pétrole mondiale 2002 à 2013

Des changements pareils sur les marchés d'exportation créent beaucoup de soucis aux pays importateurs. Les États-Unis, par exemple, importent à peu près les deux tiers de ces besoins en pétrole. Si le marché d'exportation s'asséchait brusquement, comme suggère le graphique 4, les États-Unis devraient faire des choix très durs. Cela pourrait signifier, qu'ils devront accepter un appauvrissement important de leur activité industrielle, de leur Produit Intérieur Brut et de leur style de vie. Ou encore, qu'ils concluent des contrats de longue durée avec des pays producteurs de pétrole; ou encore, qu'ils entreprennent des actions militaires pour sécuriser leur approvisionnement en pétrole (comme cela a peut-être déjà été tenté en Iraq.)

Je dois ces vues au travail de Jeffrey Brown et son [Export Land Model](#).

Gaz naturel

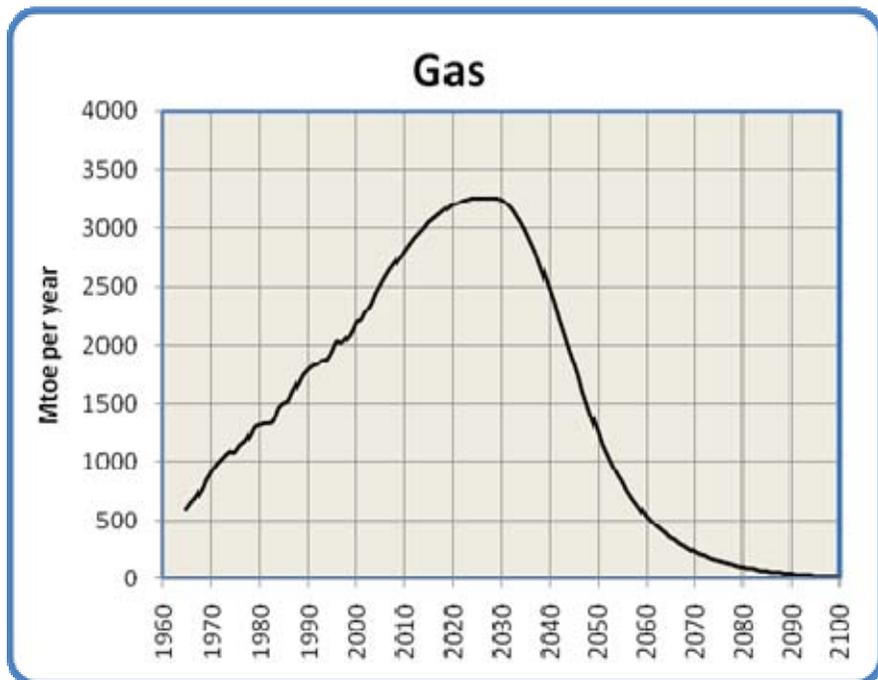
La situation de l'approvisionnement en gaz naturel est comparable à celle du pétrole. C'est logique, puisque le gaz et le pétrole viennent de la même source biologique et se trouvent souvent dans des formations géologiques comparables. Les puits de gaz et de pétrole sont forés avec des équipements comparables. Les différences entre les deux ont tout à faire avec le fait que le pétrole est un liquide visqueux et le gaz est un.. eh, gaz.

Bien que le pétrole et le gaz montrent tous les deux un pic dans la production, la pente de déclin pour le gaz sera beaucoup plus raide en raison de sa plus faible viscosité. Pour comprendre pourquoi, imaginons deux ballons, l'un rempli d'eau, l'autre rempli d'air. Si l'on les pose et on lâche l'ouverture, le ballon d'air se videra plus rapidement, que celui rempli d'eau. Un réservoir de gaz fonctionne de façon comparable. Lorsqu'il est foré, le gaz s'échappe sous sa propre pression. Tant que le réservoir se vide, le débit peut être maintenu relativement constant jusqu'à ce que le réservoir soit "vide" et alors le débit s'arrête brusquement.

Les champs de gaz montrent la même répartition que les champs de pétrole. Comme pour le pétrole, nous exploitons d'abord les champs les plus grands. Les champs qu'on tire maintenant sont de plus en plus petits et exigent un plus grand nombre de puits pour un volume identique de gaz. Par exemple: au Canada le nombre de puits a augmenté de **300 %** entre 1998 et 2004 (4.000 puits en 1998, contre 16.000 en 2004), tandis que le volume de production annuel restait constant. Cela veut dire, que l'approvisionnement en gaz montrera une même courbe en forme de cloche, que nous avons vue pour le pétrole.

Une autre différence entre pétrole et gaz est le caractère de leurs marchés sur le globe. Comparé au pétrole, le marché de gaz est très petit. Cela vient du fait que le gaz est difficile à transporter, contrairement à un liquide. Tandis que le pétrole peut être pompé aisément dans et hors de bateaux pétroliers, le gaz naturel doit d'abord être rendu liquide (ce qui coûte pas mal d'énergie), être transporté dans des bateaux spéciaux à température basse et sous pression élevée, et, à l'arrivée être retransformé en gaz, ce qui exige encore plus d'énergie. C'est la raison pour laquelle la majorité du gaz au monde est transporté par des pipelines. Cela limite la distribution du gaz à des marchés nationaux et continentaux. Cela a une conséquence importante: quand les réserves de gaz sur un continent s'épuisent, le remplacement de l'approvisionnement depuis un autre continent est très difficile.

Le pic dans la production mondiale du gaz n'interviendra peut-être pas avant 2025, mais deux choses sont certaines: nous aurons encore moins d'avertissements préalables que pour le Peak Oil et ensuite le déclin sera **extrêmement rapide**. Pour le modèle de gaz j'ai placé le pic entre 2025 et 2030. Il sera suivi d'un déclin accélérant rapidement jusqu'à 8 % par an et un déclin constant de 8 % annuel pour les 50 années suivantes. Cela fournit la courbe de production de graphique 5.



Graphique 5: Production de gaz naturelle mondiale, 1965 à 2100

Charbon

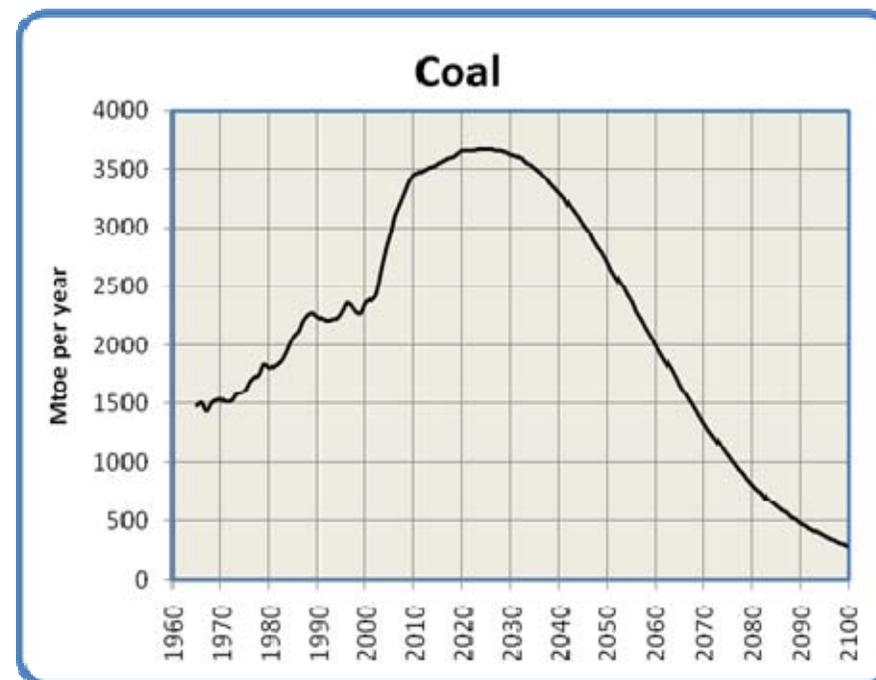
Le charbon est la vilaine belle-sœur des carburants fossiles. Il a une réputation horrible pour l'environnement, qui date de son premier usage répandu en Grande Bretagne au 18^e siècle. Le brouillard "soupe de pois" Londonien, préparé au charbon, était mal famé et nuisait la santé de centaines de milliers de gens. Aujourd'hui le souci est centré sur la suie et les cendres, et le dioxyde de carbone qui se libère lors de la combustion du charbon. A poids égale, le charbon produit plus de CO₂ que le pétrole ou le gaz. D'un point de vue de la production d'énergie le charbon a l'avantage d'une grande abondance. Bien entendu, cette grande abondance est très négative, lorsqu'on le considère de la perspective du réchauffement climatique.

Aujourd'hui la plupart du charbon est utilisée pour produire de l'électricité. Lorsque les économies croissent, la demande d'électricité augmente aussi et quand on utilise l'électricité comme remplacement partiel du pétrole et du gaz, cela fera augmenter encore la demande de charbon. En ce moment la Chine construit 2 à 3 centrales au charbon par semaine et a l'intention de continuer à ce rythme pendant encore au moins dix ans.

Tout comme nous avons vu pour le pétrole et le gaz, la production de charbon montrera un pic et déclinera. Un des facteurs est, que dans le passé nous avons miné surtout la

qualité supérieure, l'antracite. Beaucoup de ce qui reste aujourd'hui est de qualité beaucoup moindre, comme du bitumeux et lignite. À la combustion cette qualité produit moins d'énergie et exige donc une quantité plus importante pour une même quantité d'énergie.

L'Energy Watch Group a conduit une analyse circonstanciée pour une perspective de la consommation de charbon à long terme. J'ai pris leur scénario le plus avantageux comme point de départ de ce modèle. Le modèle prévoit un usage de charbon grandissant avec un pic en 2025. Quand le réchauffement terrestre commence à avoir des effets sérieux, il y aura une pression croissante pour limiter l'usage du charbon, ce qui mènera à un déclin un peu plus rapide que prédit par l'Energy Watch Group. Puisqu'il existe une abondance en charbon et que nous serons obligés de compenser le déclin du pétrole et du gaz, la baisse de production de charbon sera moins rapide et moins dramatique que celle du pétrole et du gaz. Le modèle suppose une évolution du déclin de 0 % en 2025, jusqu'à un pourcentage constant de 5 % annuel à partir de 2100. Ces suppositions donnent la courbe du graphique 6.



Graphique 6: Production de charbon mondiale, 1965 à 2100

Bien entendu, l'usage du charbon comporte un risque augmenté pour le réchauffement de la terre, à cause de l'émission de CO₂. Beaucoup de paroles prometteuses ont été

écrites sur la possibilité d'ôter ce risque par le "Captage et Stockage du Carbone" ("Carbon Capture and Storage" ou CSS). Habituellement on veut dire par-là de capter le CO₂ dans les cheminées des centrales au charbon, de le comprimer et de le stocker à long terme dans des champs à gaz vides. Cette technologie est encore au stade expérimentale et il existe beaucoup de scepticisme sur la sécurité du stockage de si grandes quantités de CO₂ dans les couches de rocher poreux. Ces projets ne jouent quasiment aucun rôle dans l'analyse annuelle. Plus loin dans cet article, où je parlerai des dommages écologiques et l'énergie décroissante, je partirai de la présomption qu'on atteigne peu de résultats avec le CSS, comparé à l'émission de CO₂ totale mondiale.

L'énergie nucléaire

Le graphique 7 est le résultat de la synthèse de données et un peu de projection. J'ai commencé par une table avec l'âge des réacteurs, provenant de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (repris d'une [présentation pour l'Association for the Study of Peak Oil and Gas](#)), et une deuxième table avec des données de production nucléaire historiques de la [BP Statistical Review of World Energy 2007](#) et une troisième table de l' [Uranium Information Centre](#) , montrant les nombres de réacteurs installés, en projet et proposés mondialement.

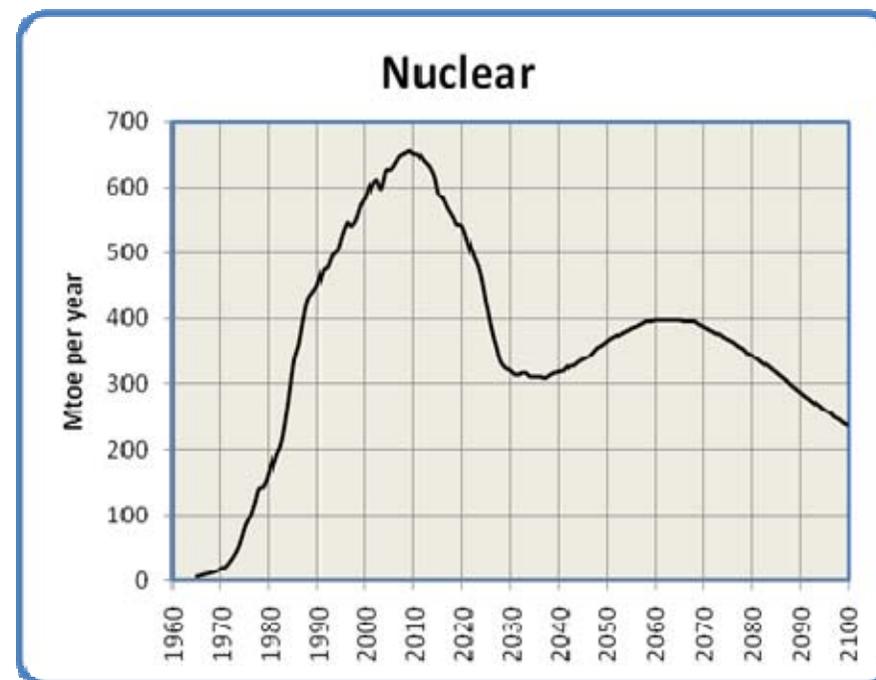
L'intérêt de la table des âges des réacteurs, c'est qu'il montre que la majorité (361 des 439, autrement dit 82 %) a entre 17 et 40 ans d'âge. Le nombre de réacteurs à chaque âge diffère bien sûr, mais la moyenne pour chaque année est 17. Ce nombre augmente jusqu'à plus de 30 dans quelques années.

Deux réalités forment la base de mon modèle pour l'énergie atomique. La première est, qu'en raison du fait que les réacteurs ont une durée de vie d'à peu près 40 ans, beaucoup de réacteurs approchent la fin de leur vie utile. La deuxième est, que la vitesse de remplacement (déduite de la table avec les réacteurs en projet de l'UIC) n'est que de 3 à 4 réacteurs par an, au moins pour les dix années à venir et probablement également pour les vingt années suivantes.

Ces deux faits signifient, que dans les 20 ans à venir nous allons mettre 300 réacteurs hors service, et nous n'en aurons construit que 60. Donc, vers 2030 nous avons une perte nette de 240 réacteurs ou plus, c'est à dire plus de la moitié du total actuel. Comme tous ces réacteurs ont grossièrement la même capacité (en moyenne un peu moins de 1 GW), cela signifie que nous pouvons calculer la capacité de production globale pour chaque moment et de façon relativement précise jusqu'en 2030.

Ce modèle fera une interprétation douce des données disponibles. Il considère, que nous bâtirons chaque année 3 GW de capacité nucléaire durant les 10 ans à venir (cela correspond à peu près à ce qui est en construction aujourd'hui), 4,5 GW par an durant les 10 années suivantes (ce sont les réacteurs en projet et qui vont être construits probablement), et 6 GW des réacteurs proposés pour les 20 années suivantes. Le

modèle suppose un rythme de construction croissant, puisque je suppose que nous serons sérieusement à court d'énergie dans 20 ans. C'est pour cela que je présume qu'on construira chaque année deux fois plus de réacteurs que maintenant.



Graphique 7: Production d'énergie nucléaire mondiale, 1965 à 2100

La chute dans la capacité entre maintenant et 2030 est causée par le fait, que la construction de nouveaux réacteurs ne compense pas suffisamment l'arrêt de vieux réacteurs. L'augmentation après 2030 vient de la prédiction, que le rythme de construction doublera à peu près en 2025, quand la situation énergétique devient désespérée et qu'on se rendra compte que la plupart des réacteurs construits entre 1970 et 1990 sont hors d'usage. Le déclin final d'après 2060 vient de mon expectation, que dans quelques dizaines d'années nous perdrons d'énormes capacités industrielles par la disparition du pétrole et du gaz. En raison de cela nous n'aurons plus la capacité de remplacer tous les vieux réacteurs.

L'argument d'un pic dans la production nucléaire en 2010 suivi d'un déclin est comparable aux considérations logistiques derrière Peak Oil – la grande masse de réacteurs est sur le point d'être mise hors service et nous ne construisons pas assez de remplacement. En fait, pour compenser la mise hors service de vieux réacteurs, nous devrions construire 17 réacteurs par an (plus de 5 fois de ce qui est prévu maintenant) et pour toujours. Cela paraît invraisemblable, vu le capital nécessaire, la réglementation et l'opinion publique.

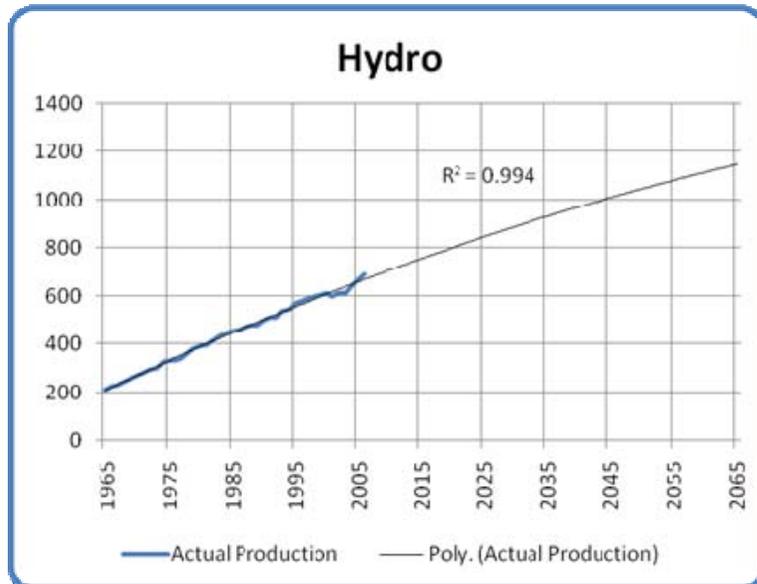
En passant, nous pouvons observer, que le déclin à compter de 2010 signifie, que nous n'avons pas à nous soucier d'un manque d'uranium (dont nous consommons 50.000 Tonnes par an maintenant.)

Hydro-énergie

Si le charbon est la vilaine belle-sœur des sources d'énergie, l'hydro-énergie ressemble à la parraine féérique de l'histoire de l'énergie. Pour l'environnement il est relativement propre, bien que pas aussi propre qu'on pense jadis. Elle a la possibilité de livrer d'assez grandes quantités d'électricité de façon relativement constante. La technologie est bien connue, partout disponible et pas très demandant techniquement (au moins comparée à l'énergie nucléaire.) Les barrages et les générateurs ont une longue vie.

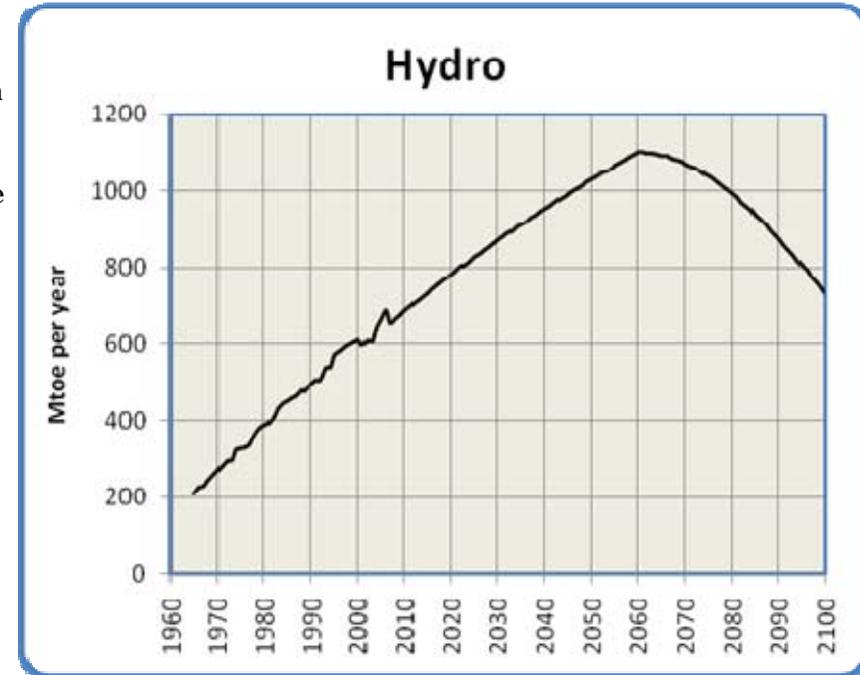
L'hydro-énergie a un nombre de problèmes; la plupart sont locaux. Les plus importants sont la destruction de biotopes par le lac de retenue, l'émission de CO2 et de méthane de la végétation inondée, et l'interruption des rivières. En ce qui concerne l'évolution de l'hydro-énergie, l'obstacle le plus important est le fait que les meilleurs sites soient déjà utilisés. Néanmoins l'hydro-énergie est une source d'énergie attractive. Les développements se poursuivront probablement avec une même vitesse que dans le passé, au moins jusqu'au moment où la demande diminue par des économies qui s'effondrent.

Pour projeter la croissance de l'hydro-énergie, j'ai utilisé une courbe qui s'accorde avec les données historiques des dernières 40 années. Cette courbe suppose que les développements futurs ressembleront beaucoup à ceux du passé, au moins jusqu'au point où des influences extérieures dérangent le cours de cette évolution. La projection est montrée dans le graphique 8. Le degré élevé de la corrélation de cette courbe avec les données actuelles (exprimé dans une valeur R au carré de 0,994) donne confiance dans la fiabilité de cette projection. (Plus la valeur R au carré s'approche de 1, plus la corrélation avec les données est précise.)



Graphique 8: Projection de l'hydro-énergie

Le modèle pour l'hydro-énergie du graphique 9 montre une capacité qui croît jusqu'à 2060 jusqu'au double de son niveau actuel. Puis la capacité diminue jusqu'en 2100 pour rejoindre le niveau actuel. Le déclin dans la deuxième moitié du siècle sera causé par un déclin général de l'activité industrielle et une diminution de l'eau des rivières par le réchauffement de la terre. Ce sont les influences extérieures, mentionnées ci-dessus.



Graphique 9: Production d'hydro-énergie mondiale, 1965 à 2100

Énergie renouvelable

L'énergie renouvelable comprend des sources comme le vent, la conversion photovoltaïque, l'énergie des marées et des vagues, etc. L'appréciation de leur part probable dans la composition de l'énergie totale future est une des considérations plus difficiles rencontrées dans la construction de ce modèle. Toute l'industrie des énergies renouvelables est encore dans son enfance. C'est pourquoi cette forme d'énergie n'a encore que peu d'impact, mais beaucoup de promesses. Pendant que sa part au niveau mondial est encore faible (moins de 1 % de la demande mondiale), les taux de croissance sont remarquables. Par exemple, l'énergie éolienne a un taux de croissance de **30% sur ces dix dernières années**.

Les partisans de l'énergie renouvelable mettent en avant la grande quantité de recherche qui a été effectuée et la grande variété d'approches examinées. Ils disent aussi, et à juste titre, que le défi est énorme: le développement des sources d'énergie

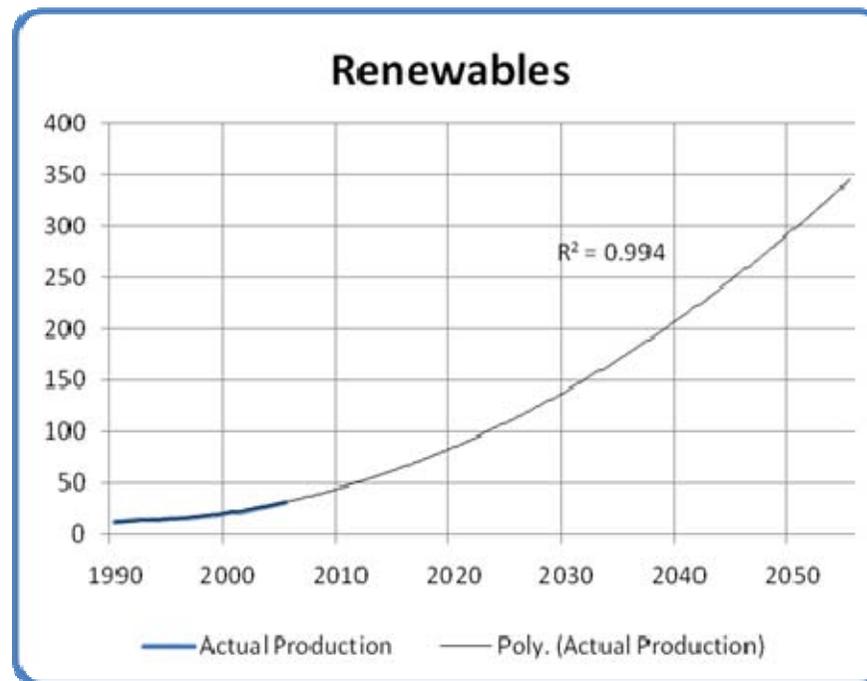
renouvelable est primordial pour une civilisation humaine durable. Cette conscience, ce travail et ces promesses donnent à cette industrie montante un rayonnement de puissance, qui paraît invincible. Et cela supporte la conviction des partisans que tout est possible.

Bien sûr le monde est plein d'obstacles et d'optimisme injustifié. Un de ces obstacles se montrait dans le diesel bio, où récemment le conflit entre nourriture et carburant entrainait dans la conscience du public. Nous pouvons observer cet optimisme démesuré dans le même domaine, où les rêves de remplacer le diesel par l'éthanol rencontrent les limites du faible rendement énergétique dans les procès biologiques.

Les questions clef pour un modèle digne de foi sont: quelle est la croissance probable des énergies renouvelables sur les 50 ans à venir et combien d'énergie cela apportera en fin de compte?

Bien que JE ne partage pas l'avis pessimiste, que les énergies renouvelables ne formera qu'une part négligeable, il n'est pas non plus réaliste de supposer, qu'elle obtiendra une position dominante sur le marché de l'énergie. Cela est dû, en premier lieu par son démarrage tardif, au vu du déclin prochain du pétrole, du gaz et de l'énergie nucléaire, et aussi par son désavantage économique continué comparé au charbon.

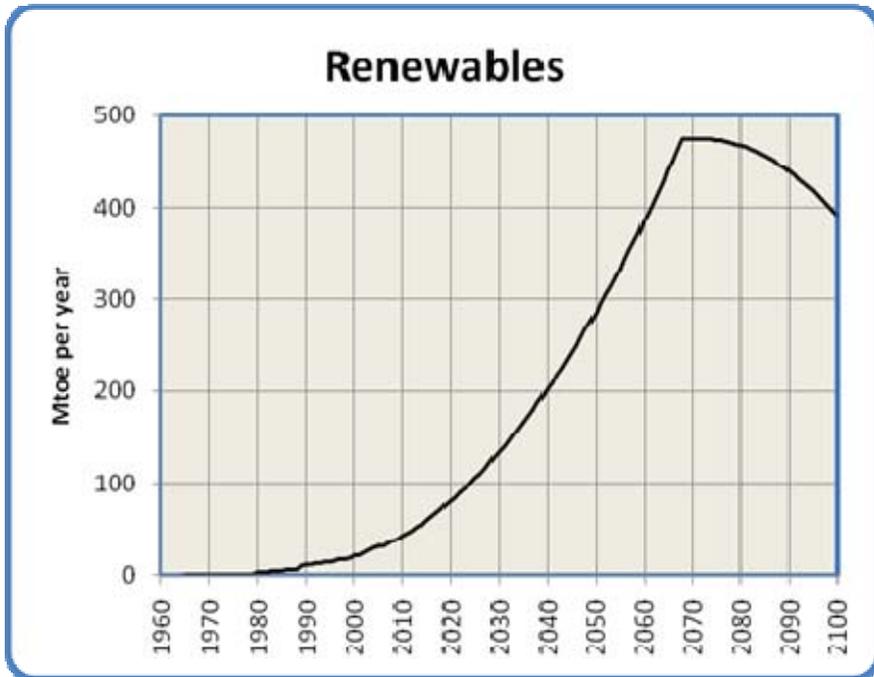
Pour projeter une croissance réaliste de l'énergie renouvelable, j'ai utilisé la même technique que pour l'hydro-énergie ci-dessus. Comme point de départ de la projection du graphique 10, j'ai utilisé les données de la production d'énergie renouvelable de 1980 jusqu'à 2005, collectées par l' [Energy Information Agency](#) . Comme pour la courbe de l'hydro-énergie, ici vaut, que la corrélation étroite avec les données donne un degré de fiabilité élevé à cette projection.



Graphique 10: Projection d'énergie renouvelable

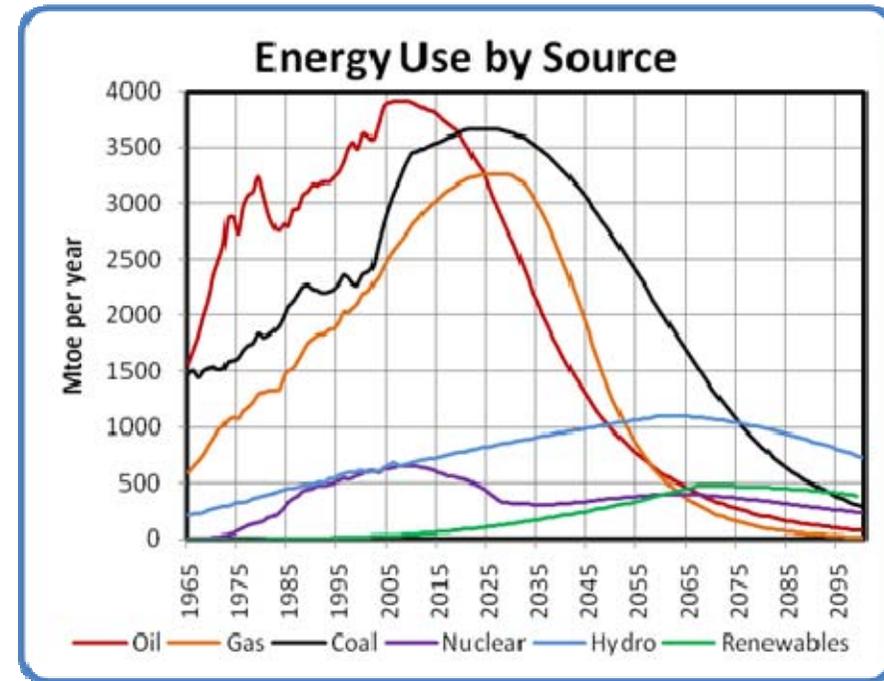
Cette technique a quelques manques. En premier lieu il additionne toutes les sources d'énergie renouvelable: géothermie, soleil, vent, masse biologique etc. Comme certaines de ces sources en sont encore à leur enfance, il est possible qu'ils montrent une croissance rapide, rendant cette projection trop conservatrice. A l'opposé il y a la possibilité, que ces sources d'énergie se heurtent à des obstacles inattendus, ce qui pourrait faire pencher le bilan dans l'autre sens. Le deuxième problème est, que par le jeune âge de cette industrie, les grandes interruptions de production au début, rendent la courbe moins fiable. J'ai résolu ce problème en ne prenant que les données des 15 dernières années comme base pour cette projection. Cette période comporte les années avec la plus grande croissance dans l'industrie solaire et éolienne. Comme nous constatons dans la corrélation élevée entre la courbe et les données, les différences annuelles sont relativement petites. Tout considéré cette projection semble valable comme base pour le modèle.

J'ai placé le pic de l'énergie renouvelable en 2070. Après ce pic la production diminue du fait que beaucoup de sources d'énergie renouvelables (par exemple turbines et panneaux photo-voltaïques) dépendent d'un niveau élevé de technologie et de fabrication. Le modèle prévoit, qu'à la fin de ce siècle la part de l'énergie renouvelable est devenue plus grande que les autres, à l'exception de l'hydro-énergie.



Graphique 11: Production mondiale de l'énergie renouvelable, 1965 à 2100

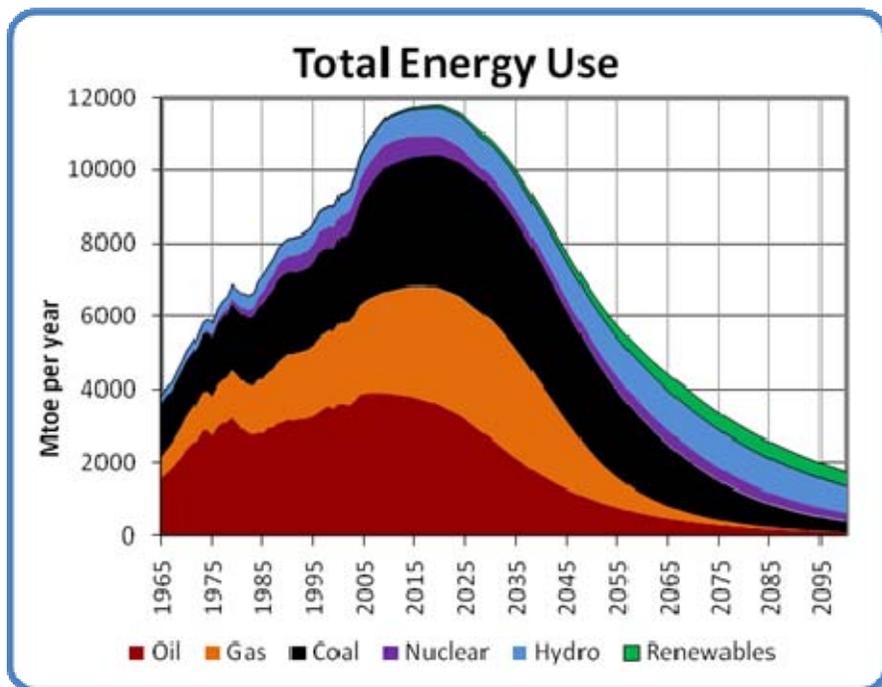
Toutes les sources d'énergie placées en perspective



Graphique 12: Usage d'énergie par source, 1965 à 2100

Graphique 12 montre toutes les courbes ensemble. Cela donne une idée des moments respectifs des pics de production et de la part relative de chaque source d'énergie au cours du temps.

Comme vous pouvez voir, les combustibles fossiles livrent de loin la plus grande part dans la composition actuelle de l'énergie mondiale, mais tous les trois déclinent rapidement au cours de la deuxième moitié du siècle. L'hydro-énergie et les énergies renouvelables livrent une part respectable au milieu du siècle, tandis que l'énergie nucléaire joue un rôle constant. Vers la fin du siècle le pétrole et le gaz ont presque disparu, et les joueurs dominant sont, dans l'ordre, l'hydro-énergie, les énergies renouvelables, le charbon et l'énergie nucléaire.



Graphique 13: La consommation d'énergie totale, 1965 à 2100

Dans le graphique 13 toutes les courbes d'énergie sont additionnées pour montrer la forme globale de la consommation d'énergie mondiale. Ce graphique montre toutes les montées, pics et descentes. Il montre un pic fort en 2020 avec un déclin de plus en plus rapide jusqu'en 2100. La raison la plus importante pour ce déclin est la disparition progressive du pétrole, du gaz, et en moindre mesure du charbon. Le déclin est tempéré par une montée de l'hydro-énergie et des énergies renouvelables et atteint une moyenne d'un peu moins de 3 % par an.

Hélas! La perte de la part énorme des combustibles fossiles signifie, qu'à la fin de ce siècle la quantité totale de l'énergie à la disposition de l'humanité, pourrait être moins d'un cinquième de l'énergie dont nous disposons maintenant et moins d'un sixième du pic attendu d'ici une dizaine d'années. Ce déficit comporte un message menaçant pour notre avenir. Ce message forme le sujet du reste de cet article.

L'effet de la diminution de l'énergie sur la population.

Comme j'ai dit dans l'introduction, la croissance de la population mondiale a été rendue possible par la croissance de l'approvisionnement en énergie. Maintenant il est temps de considérer cette relation de plus près et de voir les implications pour le modèle d'énergie globale que nous venons de composer.

Les situations historique et présente

Selon une analyse de la consommation d'énergie historique, publiée par la [Western Oregon University](#), notre consommation d'énergie individuelle provenant de nourriture est restée relativement constante (à l'intérieur d'un rapport 1 : 3 durant la plus grande partie de l'histoire humaine), tandis que l'énergie que nous utilisons pour le reste de nos activités a été multipliée par 30, lorsqu'on compare les pays développés avec l'aire agricole précoce. La population mondiale a augmenté avec un facteur comparable, de 200 millions dans l'an 1 (après Jésus Christ) jusqu'à 6,6 milliards aujourd'hui.

Un des résultats plus significatifs de la recherche de la [Western Oregon University](#) est la consommation d'énergie "non-food" (hors nourriture) de "l'homme agricole avancé" de l'Europe du Nord en 1400. Si nous transformons le nombre de 20.000 kilocalories par jour dans notre mesure de Tonnes Equivalence de Pétrole, cela s'avère être 0,75 TEP par an. La consommation de "l'homme industrialisé précoce" en 1875 est estimée à 2,5 TOE par an. En comparaison, en 1965 la moyenne mondiale de la consommation d'énergie non-food n'était que 1,2 TEP par an.

Bien entendu, au niveau mondial il y a de grandes différences dans la consommation d'énergie. L'ensemble des populations de la Chine, de l'Inde, du Pakistan et du Bangladesh (2,7 milliards d'habitants) consomment 0,8 TEP par habitant par an. La moyenne mondiale est de 1,7 TEP par habitant par an. La consommation Nord-Américaine est d'environ 8 TEP par habitant par an.

Il est raisonnable de prévoir, qu'un approvisionnement d'énergie diminuant frappera assez différemment les populations aux extrémités opposées du spectre de la consommation d'énergie. La situation est encore compliquée par les effets de la diminution de l'exportation du pétrole sur les pays qui importent ce pétrole, et si ces pays sont pauvres ou riches. Une analyse méticuleuse est hors du champ de cet article. Nous passerons néanmoins en revue quelques impacts à court et moyen terme. C'est un rajout à la recherche de l'effet global de l'approvisionnement diminuant de l'énergie, qui reste le sujet principal de cet article.

Effets à long terme et effets cumulés

Comme montré dans l'exemple de "l'homme agricole" ci-dessus, l'être humain a besoin d'une quantité d'énergie considérable pour survivre, même à une qualité de vie assez faible. Cela signifie, que lorsque l'énergie par habitant diminue, la qualité de vie de ceux qui sont à l'extrémité basse de la consommation d'énergie, va être durement touchée. La gravité de l'effet dépendra de la distance qu'ils ont par rapport au niveau d'énergie minimum pour survivre.

Dans notre civilisation les biens rares sont attribués sur une base de prix: plus c'est rare, plus c'est cher. Ceux qui peuvent se permettre de payer ce prix pourront l'obtenir au détriment de ceux qui ne le peuvent pas. Ceux qui offrent trop peu devront diminuer leur consommation ou même faire sans. Cela s'applique sur l'énergie de la même façon que pour tout autre produit.

Ceux qui sont en bas de l'échelle économique, devront, s'ils peuvent, se passer d'autres achats pour payer l'énergie. Mais si leur consommation est tellement basse, que, déjà, il ne reste rien sur lequel ils peuvent économiser, les conséquences seront

catastrophiques.

Plus de 4,5 milliards des 6,6 milliards de citoyens mondiaux vivent dans des pays avec une moyenne de consommation d'énergie de moins de 2,0 TEP par personne par an. Quand l'approvisionnement en énergie diminue, ces pays risquent un fort accroissement dans le taux de décès, lorsqu'ils ne peuvent plus participer sur le marché de l'énergie et leur population reçoit moins que le minimum nécessaire pour survivre.

Effets à court terme et effets régionaux

Les effets à court terme et les effets régionaux sont causés, en premier lieu, par le phénomène Peak-Oil et par la crise de l'Exportation Nette de Pétrole. Dès que l'effet des exportations insuffisantes devient sensible, les prix augmenteront très rapidement.

Certains pays producteurs pourront décider d'exporter plus (et garder moins pour leur propre population) en raison des revenus supplémentaires. De pareilles décisions peuvent résulter dans une population frustrée, ce qui peut mener à des mécontentements ou même des révolutions. D'autres producteurs pourraient envisager d'exporter moins à fin de garder plus pour leur propre population. Cela résulterait dans une vague de nationalisations des puits pour diriger la distribution vers la population locale et pour en fixer les prix locaux.

Les pays importateurs seront confrontés à des choix semblables. Ils devront consacrer davantage de leurs revenus pour l'achat de pétrole et économiser sur autre chose. Et si cela ne suffit pas, ils devront limiter leur consommation de pétrole. Et s'ils n'acceptent ni l'un, ni l'autre, ils pourraient être enclins à sécuriser leur approvisionnement à la force des armes, s'ils en ont les moyens. Les pays producteurs situés les plus proches, qui retiennent leur pétrole ou en sont suspectés, courent un risque accru pour devenir la cible d'une guerre pour les sources d'énergie. Et certains de ces considérations géopolitiques peuvent avoir joué déjà lors de l'invasion de l'Iraq par les États-Unis.

La crise de l'exportation nette de pétrole peut devenir l'événement géopolitique des dix années à venir.

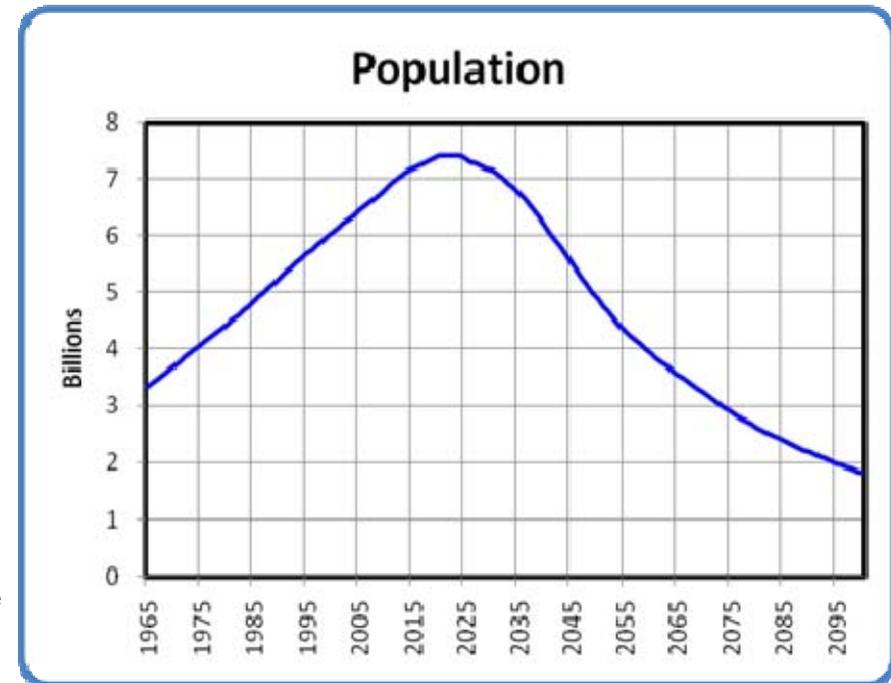
Le modèle de population

Le modèle de population est essentiellement basé sur les effets cumulés de l'approvisionnement de l'énergie à long terme. Les mécanismes de la baisse projetée dans la population ne sont pas déterminés. Cependant, il est plausible qu'il s'agira de déficits régionaux massifs dans la nourriture, de la propagation de maladies (en raison du démantèlement de services médicaux et sanitaires dans les villes) et une mortalité accrue causée par le froid et la chaleur.

Dans le modèle l'interaction la plus importante se trouve entre la quantité d'énergie disponible au cours du temps (graphique 13) et une estimation de la moyenne de consommation par habitant. La consommation actuelle se situe aux alentours de 1,7 TEP par personne par an et dans le modèle cela baisse uniformément vers 1,0 TEP par personne par an en 2100. A titre de comparaison, en 1965 la moyenne mondiale était de

1,2 TEP, donc le modèle ne prédit pas une diminution énorme en dessous de ce niveau. Une augmentation des différences entre pays riches et pauvres est également probable, mais n'est pas exprimée dans cette approche.

Dans ces conditions la population mondiale augmenterait jusqu'à 7,5 milliards en 2025, avant de diminuer inexorablement vers 1,8 milliards en 2100.



Graphique 14: Population mondiale selon disponibilité d'énergie, 1965 à 2100

Les effets des dommages écologiques

Pour compléter l'image de la population mondiale au cours du siècle, nous devons mentionner également quelques notions écologiques.

Selon une définition sur [Wikipedia](#):

L'écologie est l'étude scientifique de la répartition et l'abondance des organismes vivants, et du comment cette répartition et cette abondance sont influencées par l'interaction entre ces organismes et leur environnement.

Il y a deux concepts écologiques, qui forment la clef pour comprendre la situation actuelle de l'homme sur notre planète. Le premier c'est la **capacité de charge** (Carrying capacity) et le deuxième c'est le **Surnombre** (Overshoot.)

Capacité de charge

La capacité de charge d'un environnement est déterminée par le nombre de moyens, qui sont disponibles pour la population qui y vit. Généralement la nourriture est considérée un facteur limitant. Pour des plantes et des animaux cette définition peut facilement être appliquée. Des exemples classiques sont les variations dans les rapports entre les animaux prédateurs et leurs proies (comme les loups et les cerfs, les renards et les lapins) ou le nombre de buffles pouvant habiter sur une surface déterminée de prairies.

Lorsque nous tentons d'appliquer cette définition sur des humains, nous rencontrons des problèmes. Dans le règne des animaux, lorsqu'une population est plus petite que permet la capacité de charge d'un environnement, cette population augmentera. Et lorsque cette capacité est atteinte, le nombre stabilisera. Mais chez l'homme le nombre croît depuis très longtemps et continue encore de croître, bien que moins rapidement. Est-ce que cela signifie que nous n'avons pas encore atteint la capacité de charge de la terre ou est-ce qu'il y a d'autres facteurs en jeu?

La considération manquante est, bien entendu, le type de moyens consommés par les individus de la population. Dans le règne animal la nourriture est le moyen le plus important, qui est exigé d'une façon relativement constante. Cela peut varier un peu par des facteurs comme la croissance ou des besoins en énergie pour des saisons particuliers, mais, en moyenne, les besoins d'énergie pour chaque organisme sera relativement stable. Comme les animaux, en dehors de la nourriture et de l'eau, n'ont guère besoin d'autres moyens, il est relativement simple, du moins en théorie, d'établir la capacité de charge pour un environnement déterminé et un animal déterminé.

Pour les humains aussi, la quantité de nourriture dont nous avons besoin pour survivre, ne varie qu'à l'intérieur d'une fourchette restreinte, disons entre 2.000 et 5.000 kilocalories par jour, dépendant de notre activité. Par contre, la quantité d'énergie non-food est partout très différente. Dans les sections ci-dessus nous avons utilisé l'énergie comme approche des moyens nécessaires.

La définition de capacité de charge que je préfère, est:

La capacité de charge d'un environnement est le nombre d'individus maximal, que cet environnement peut supporter de façon durable, à un niveau déterminé d'activité.

Durabilité est définie comme suit:

Un procès ou situation durable peut, à un certain niveau d'activité, être maintenu à l'infini.

Un procès ou situation durable devrait créer des conditions optimales pour tous les organismes qui en sont affectés. Un procès ou situation durable ne doit, ni directement, ni indirectement mettre en danger la viabilité des organismes qui en sont affectés.

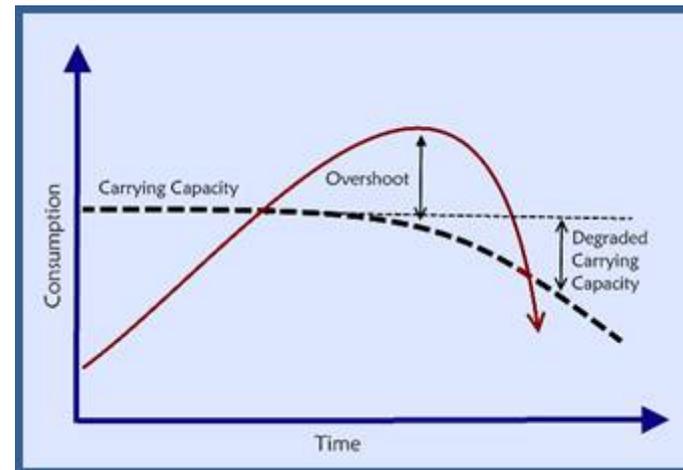
Partant de ces définitions il est claire, déjà intuitivement, que le niveau d'activité actuel n'est pas durable. Le fait que ce niveau d'activité humaine ait été possible jusqu'ici, vient essentiellement de la consommation d'énergie fossile, un moyen non-remplaçable. Cette consommation n'est pas durable par définition, comme le montre le graphique de Peak-Oil.

Surnombre

Une espèce est en surnombre, lorsque ce nombre (ou plutôt son niveau de consommation totale) dépasse la capacité de charge de son environnement. Lorsque la population dépasse cette capacité de charge, cette population, en conséquence, diminuera jusqu'au niveau ou en dessous de cette capacité. Normalement une population ne peut rester longtemps au-dessus de la capacité de charge. La vitesse et l'ampleur du décroissement dépendent du surnombre et de la question si la capacité de charge a diminué du fait du surnombre, comme montré dans graphique 15. Pour un exposé plus complet de ce sujet, je conseille le livre de William Catton: "Overshoot."

Il y a deux façons pour une population en surnombre, de retrouver son équilibre avec la capacité de charge. Quand la population reste stable ou croît, l'activité devra diminuer (c'est à dire, l'activité, exprimée en consommation de moyens et en production de déchets) ou, si l'activité par habitant reste stable, c'est la population qui devra diminuer.

Des populations qui sont sérieusement en surnombre diminuent toujours. Nous voyons ce phénomène dans des barriques de vin, quand les cellules de levain meurent, après que tout le sucre des raisins a été consommé et ces cellules se baignent dans leurs propres déchets alcooliques toxiques. On le voit également dans le rapport prédateur-proie dans le règne animal, où la disparition de proies engendre une diminution du nombre de prédateurs. Une telle diminution de population s'appelle un "crash" et peut aller très vite.



Graphique 15: Surnombre (Overshoot)

C'est un principe de l'écologie, que le surnombre d'une espèce porte atteinte à la capacité de charge d'un environnement. Dans le cas de l'humain, notre consommation de pétrole "pour une fois" nous a permis des prouesses dans l'extraction de matières premières et dans la production de déchets. Les énergies fossiles en général, et le pétrole en particulier, nous a permis de rester en surnombre depuis très longtemps.

En même temps, l'usage des combustibles fossiles nous a permis de masquer l'atteinte à la capacité de charge de la terre. C'est ainsi que, par exemple, que la perte de terres arables et de la fertilité de la couche supérieure (estimée à 30 % ou plus depuis la Deuxième Guerre Mondiale) a été masquée par l'utilisation de fertilisants artificiels, produits essentiellement de gaz naturel. Un autre exemple est la mort des océans, où 90 % de toutes les grandes espèces de poissons sont menacées d'extinction, et la plupart des espèces de poissons en moins de 40 ans. Normalement cette surpêche aurait déjà été néfaste pour les populations qui dépendent de la pêche pour leur nourriture, s'il n'y avait pas eu le pétrole, qui permet de pêcher plus loin de la maison et d'importer de la nourriture d'ailleurs. De façon semblable, grâce au recours de toujours plus d'énergie fossile, l'épuisement des nappes d'eau potable souterraines est masqué par des puits de plus en plus profonds. Et dans les bâtiments il nous faut de l'énergie pour filtrer l'air pollué. Et ainsi de suite. Ces exemples montrent que grâce à l'usage d'énergie, la perte écologique est masquée confortablement.

Quand l'approvisionnement de l'énergie (et surtout ce cadeau pour une fois de l'énergie fossile) commence à diminuer, ce masque sera ôté lentement et alors l'ampleur réelle des dommages écologiques deviendra visible. Dès que nous redeviendrons plus dépendants des cadeaux de la nature, nous serons confrontés aux vraies conséquences de nos actions.

Il est impossible de dire avec certitude quel est le surnombre de l'humanité en ce moment. Certains calculs indiquent un surnombre de 25 %, d'autres calculs indiquent que cela pourrait être beaucoup plus. Quel que soit ce surnombre, il est certain que nous avons causé des dommages aux systèmes naturels d'air, terre et eau, tels qu'ils existaient avant l'ère de charbon, de pétrole et de gaz.

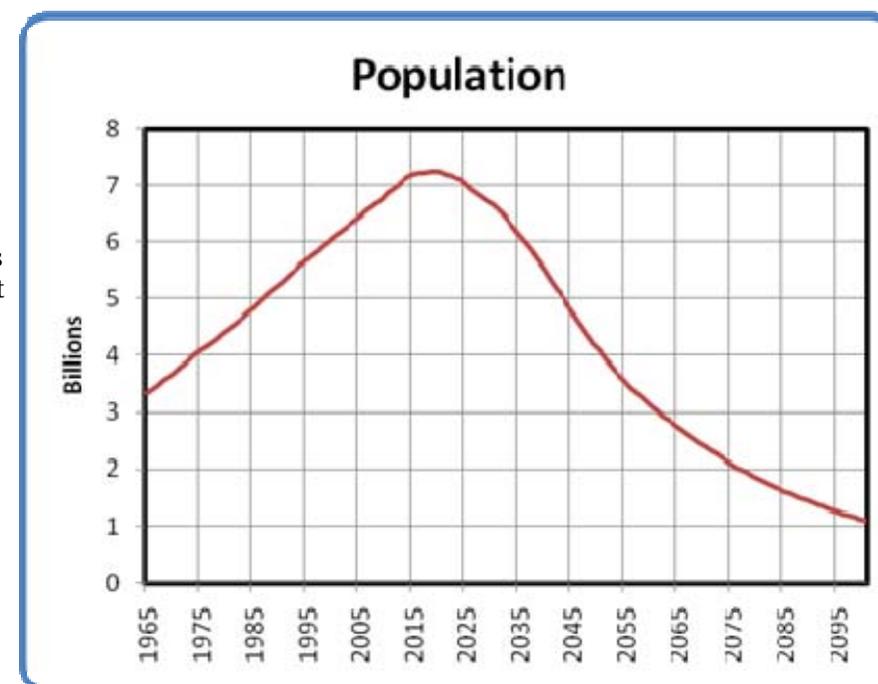
Pour compléter le modèle de population, j'y ai incorporé un effet progressivement augmentant de l'apparition de la perte de capacité de charge. L'effet augmente progressivement pour deux raisons. La première est simplement, qu'avec moins d'énergie, il y a moins de possibilités de masquer les dommages écologiques. La deuxième est plus sinistre: au moment où l'approvisionnement en énergie diminue, nous causerons de plus en plus de dommages dans une tentative d'échapper à l'inévitable. Un exemple important est le réchauffement de la terre, causé par l'émission additionnelle de CO₂ venant du charbon, que nous utiliserons dans une tentative pour compenser les pertes d'énergie de pétrole et de gaz.

Comme pour les autres aspects de ce modèle, j'ai groupé les chiffres pour rendre le calcul plus aisé. Dans ce cas-ci j'ai utilisé une seule expression mathématique pour les dommages écologiques. Ces dommages sont supposés être d'origines très variées: changement climatique (par exemple sécheresse, inondations, situations météorologiques extrêmes), perte de fertilité des sols, perte d'approvisionnement en eau potable, la mort des océans, la pollution chimique de la terre et des eaux, la perte de

diversité biologique par extinction d'espèces (en raison de la perte de zones de vie et de la mono-culture dans la production de nourriture.) Le rassemblement de ces dommages mène à une moindre précision et pourra, en réalité être plus importants ou moins importants. Les valeurs choisies sont ma meilleure estimation dans l'état actuel de l'écologie mondiale.

Le modèle suppose, que les conséquences de la perte de capacité de charge commencent maintenant et atteindront 40 % en 2100. Ces 40 % représentent l'ampleur avec laquelle la capacité de charge est diminuée et ne peut plus être masquée par l'utilisation d'énergie. Cet impact a été directement appliqué sur les chiffres de population de graphique 14: avec l'impact de 40 % on veut dire, que le globe peut supporter 40 % moins d'habitants que sans ces effets.

Ceci influence le scénario de trois manières. En premier lieu la population maximale sera légèrement moins que dans le graphique 12. Deuxièmement la pente de décroissance de population sera légèrement plus raide. Et le plus important, en 2100 la population ne sera pas 1,8 milliards, mais seulement 1 milliard. Graphique 15 donne la courbe finale.



Graphique 16: Population mondiale selon énergie et capacité de charge décroissante, 1965 à 2100

Discussion

Le scénario développé dans cette étude est terrifiant et la plupart des gens ont une aversion instinctive de discussions sur la surpopulation ou de la mort. Selon moi une prise de conscience des possibilités décrites est essentielle, si nous voulons prendre les décisions qui s'imposent pour la politique et les actions, aussi bien au niveau personnel, qu'au niveau du gouvernement. La compréhension des rapports entre les sources d'énergie est fondamentale pour cette conscience.

En ce qui concerne la surpopulation, d'aucuns prétendent, que la population diminue d'une façon naturelle et se stabilisera bientôt à un niveau maniable. Le but juste serait alors d'accélérer la chute de la fertilité, habituellement par l'éducation et l'émancipation des femmes. D'autres disent, que les taux de naissances baisseront d'eux-mêmes, quand les pays en développement s'industrialiseront, par le comportement décrit dans le [Demographic Transition Model](#). Nous allons tester la valeur de chacun de ces arguments.

L'approche par l'éducation et l'émancipation des femmes comporte beaucoup de choses pour le recommander. C'est humain, là où l'on l'applique ça donne de grands avantages à la communauté et les frais pour l'économie et l'énergie sont faibles. C'est une méthode précieuse, qui doit être promue à chaque occasion. Même dans un monde sans ressources avec un milliard de gens, des communautés appliquant ces principes seront mieux loties que celles qui se tiennent aux principes masculins de notre civilisation, comme la compétition, la soumission et l'exploitation. L'émancipation des femmes améliore la diversité des valeurs et crée de l'espace pour des organisations sociales alternatives, pour des approches de maîtrise de conflit élargies et pour une meilleure compréhension de la relation entre l'humain et son environnement.

Ce à quoi il ne faut cependant pas s'attendre, c'est que cette méthode contribue de façon significative à la solution du problème de surpopulation dans le temps qui nous reste. De l'éducation et de l'émancipation ont besoin de temps et il ne reste que très peu de temps avant que la première vague de conséquences nous atteigne. Là où cela peut servir, c'est pendant la décroissance de population. Cette décroissance durera beaucoup d'années, possiblement pendant deux ou trois générations. Lors de cette période, chaque naissance qu'on pourra éviter de façon humaine, fera une personne de moins dans le groupe de gens, qui courent un risque terrible de guerres, maladies, famine et mort. Je suppose que dans des pareilles situations le taux de naissance diminue de manière consistante de lui-même, mais si nous nous appliquons à l'éducation et à l'émancipation des femmes, nous rendrons la limitation de la fertilité plus vraisemblable, et améliorerons simultanément le sort de ceux qui devront perpétuer la civilisation.

Les partisans du Demographic Transition Model auront un temps plus dur. Ce modèle propose, que quand une société s'industrialise, elle passe par deux phases. La première consiste en un prolongement de l'espérance de vie, la seconde en une baisse de la fertilité. La société va d'une situation de population à taux de naissance et de mortalité élevée, par une période à taux de naissance élevé et taux de mortalité basse, vers une situation à taux de naissance et mortalité bas. J'ai publié [une étude](#) dans laquelle il est analysé, combien d'énergie il faudrait pour amener la population mondiale vers un nombre stable ou décroissant selon cette méthode. Le résultat de cette étude était que

cette méthode demandait cinq fois plus d'énergie, que celle que nous consommons aujourd'hui, ce qui n'est pas une possibilité réaliste.

Cela mène bien sûr à la question: "eh bien, si nous trouvons une source nouvelle, qui nous fournit l'énergie dont nous avons besoin? Que pourrait signifier la fusion nucléaire ou une source encore plus exotique? Est-ce que ce ne serait pas là la solution?" Ma réponse est que celui qui pose pareille question devrait regarder de plus près à ce que nous avons fait avec l'énergie que nous avons. En l'utilisant nous avons détruit la couche supérieure des sols arables, pompé les réserves d'eau potable, détruit les océans, fait fondre les glaciers, même changé la température sur terre et exterminé une quantité innombrable de sortes de plantes et espèces d'animaux. Est-ce que plus d'énergie changerait ce comportement? Pas une chance sur la terre!

Quoi qu'il en soit, si les conclusions de cette étude arrivent à proximité de la vérité, tous ces arguments sont disputables. Les limitations dans l'approvisionnement en énergie causeront une diminution de la population, qui commence en moins de 20 ans, et l'impact de ces limitations sera beaucoup plus grand que tout ce que les solutions humaines pourraient entraîner. En fait, si le modèle est juste, il n'y aura pas de surpopulation continue du tout, puisque des procès naturels remettront notre nombre en équilibre avec les moyens disponibles.

Reste la question à quoi une pareille diminution de la population ressemble et comment ça ressent. Les détails d'une expérience si profonde sont impossibles à prédire, mais avec certitude nous pouvons prédire, que ce sera plus catastrophique que ce que l'humanité ait jamais connu. Rien que la perte en vies humaines dépassera toute imagination. Dans la partie la plus grave de la diminution, pendant deux ou trois générations au milieu de ce siècle, nous devons nous attendre à une mortalité d'entre les 100 et 150 millions par an. Pour comparer: la Seconde Guerre Mondiale a causé 10 millions de morts supplémentaires par an pendant 6 ans. Donc ce qui nous attend peut devenir 50 fois plus grave. Bien entendu, une expression brute sur le surnombre de morts ne dit rien sur le risque que cela forme pour la continuité de la civilisation elle-même. Les Inuits ont une douzaine de mots pour "neige". Nous aurons besoin d'en inventer des centaines pour "temps durs."

Conclusion

Toute la recherche que j'ai effectuée pour cette étude m'a convaincu que la race humaine est à court de temps. Nous voyons paraître des limites dures dans nos activités et nos nombres, imposées par des limitations d'énergie et des dommages écologiques. Il n'y a plus assez de temps pour adoucir la situation, et plus de manière pour nous en soustraire. C'est comme c'est et ni la Mère Nature, ni les lois de la Physique sont disposées à négocier.

Nous avons atteint ce point si subitement, que la plupart d'entre nous n'en ont pas encore conscience. Et tandis que cela peut prendre encore vingt ans, avant que les effets se montrent complètement, les premiers effets de l'épuisement du pétrole (la crise d'exportation nette) seront palpables en moins de cinq ans. Vu le volume de notre civilisation et le degré auquel nous sommes dépendants d'énergie jusque dans les

moindres détails, ces **cinq années sont une période beaucoup trop courte** pour compléter quelque solution ou réforme que ce soit, qui pourrait nous tenir éloignés du bord du ravin. Au point où nous en sommes nous serons obligés d'aller par-dessus ce bord et d'atterrir dans une diminution de population sévère.

Cependant cela ne veut pas dire, qu'il faut adopter un comportement fataliste et qu'il ne faut rien faire. Rien ne serait moins vrai. La nécessité d'agir est plus grande que jamais. L'humanité ne va pas s'éteindre. Il y aura de plus en plus de gens en péril dans un avenir proche. Nous devons commencer maintenant à mettre sur pied des systèmes, structures et règles de comportement, qui pourraient les aider à gérer ces difficultés, trouver du bonheur là où il existe et d'avancer au mieux. Nous devons trouver de nouvelles façons pour s'entendre avec la terre, et les uns avec les autres. Nous devons trouver de nouvelles valeurs et éthique. Nous devons faire cela avec le but de diminuer la misère pendant ce long traumatisme et d'en voir sortir le plus de gens possibles qui sont en bonne santé et heureux, et qui ont la capacité et les connaissances pour construire la génération suivante de la civilisation humaine.

Paul Chefurka,

Octobre, 2007

Traduit et réédité par Rudo de Ruijter, www.CourtFool.info

Texte original: <http://www.paulchefurka.ca/WEAP/WEAP.html>

© Copyright 2007, Paul Chefurka